



DEUTSCHES  
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: 196 25 544.9-32  
22 Anmeldetag: 26. 6. 96  
43 Offenlegungstag: —  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 28. 8. 97

DA

DE 196 25 544 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

Leopold Kostal GmbH & Co KG, 58507 Lüdenscheid,  
DE; Bayerische Motoren Werke AG, 80809 München,  
DE

72 Erfinder:

Schnell, Christian, 58638 Iserlohn, DE; Herleth, Karl,  
85716 Unterschleißheim, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 43 27 492 C1

54 Verfahren zur Reifendruckwarnung

57 Es wird ein Verfahren mit im wesentlichen folgenden Verfahrensschritten vorgeschlagen. Zunächst wird der dynamische Abrollumfang eines jeden einzelnen Rades ermittelt und entsprechende Vergleichswerte abgeleitet. Dann ein Mittelwert gebildet und mit Hilfe der Vergleichswerte bezogen auf den Mittelwert festgestellt, ob die Raddrehzahl-differenz oberhalb oder unterhalb eines abgelegten Schwellwertes liegt, wurde dies festgestellt, wird ein Warnsignal dann abgegeben, wenn bei ein und demselben Rad Raddrehzahl-differenzen vorliegen, die bei mehrfach wiederholten Messungen den abgelegten Schwellwert überschreiten. Alternativ werden, wenn dies nicht der Fall ist, die vorstehend beschriebenen Verfahrensschritte wiederholt. Zu dem Zweck, ein Verfahren anzugeben, welches bei weiterer Vereinfachung auch sich stetig über längere Zeiträume ergebende Reifendruckänderungen mit einem sehr kleinen Änderungswert zur Anzeige bringt, werden zur Erfassung der Geradeausfahrt die Signale eines Lenkwinkelsensors und zur Erfassung einer gleichmäßigen Geschwindigkeit die dem Tacho zugeführten Geschwindigkeitssignale herangezogen und getrennt für jedes Rad chronologisch mehrere den dynamischen Abrollumfang betreffende Vergleichswerte in einer zumindest den Zeitraum mehrerer Stunden umfassenden Historienliste abgelegt und in Vergleich gebracht.

DE 196 25 544 C 1

BEST AVAILABLE COPY

Die vorliegende Erfindung geht von einem gemäß dem Oberbegriff des Hauptanspruches beschriebenen Verfahren zur Reifendruckwarnung aus.

Mittlerweile sind eine Vielzahl unterschiedlicher Verfahren zur Reifendruckwarnung bekanntgeworden, bei denen es in der Regel darum geht, einen falschen Reifendruck der z. B. an einem Kraftfahrzeug befindlichen Reifen zur Anzeige zu bringen. Weiterhin ist es prinzipiell bekannt, zur Einsparung gesonderter sowie aufwendiger Sensorsysteme ein Verfahren zu verwenden, das während der Fahrt die dynamischen Abrollumfänge der Fahrzeugräder erfaßt und daraus einen falschen Reifendruck ableitet, wobei zur Ermittlung der dynamischen Abrollumfänge der Räder die an und für sich am Kraftfahrzeug vorhandenen ABS-Sensoren ausgenutzt werden.

Ein dem Oberbegriff des Hauptanspruches entsprechendes Verfahren ist durch die DE 43 27 492 C1 bekanntgeworden. Dieses Verfahren beinhaltet zur Feststellung eines falschen Reifendruckes mehrere Verfahrensschritte. Nach Durchführung eines Raddrehzahlabgleiches, bei dem bei Messung der Raddrehzahlen während einer ungebremsten Fahrt oberhalb einer Mindestgeschwindigkeit mit einem unterhalb eines vorgegebenen Kurvenfahrtgrenzwertes liegenden Grad an Kurvenfahrt und einem unterhalb eines vorgegebenen Antriebsmomentgrenzwertes liegenden Antriebsmoment Raddrehzahlskalierungsfaktoren für jedes reifendrucküberwachte Rad gebildet werden, erfolgt ein paarweises Zusammenfassen der reifendrucküberwachten Räder und werden für jedes Radpaar die Differenz ermittelt und die zugehörigen Raddrehzahlskalierungsfaktoren berechnet. Danach wird die betragsmäßig größte Skalierungsfaktordifferenz aus den Differenzen der Raddrehzahlskalierungsfaktoren ermittelt und geprüft, ob die betragsmäßig größte ermittelte Skalierungsfaktordifferenz größer als ein vorgegebener Schwellwert ist. Ist dies der Fall, werden die vorstehend aufgeführten Verfahrensschritte wiederholt, wenn eine vorgegebene Zykluszahl noch nicht erreicht ist. Ansonsten wird ein Warnsignal zur Anzeige einer übermäßigen Reifendruckabweichung abgegeben.

Ist dies nicht der Fall, werden die vorstehend aufgeführten Verfahrensschritte zur weiteren Reifendrucküberwachung ebenfalls wiederholt. Bei einem solchen Verfahren sind jedoch insbesondere die Ermittlung der Geradeausfahrt und die Ermittlung der gleichbleibenden Geschwindigkeit mit einem hohen Aufwand verbunden. Außerdem können Reifendruckänderungen, welche sich über längere Zeiträume erstrecken und stetig einem sehr kleinen Änderungswert unterliegen, nicht immer zuverlässig erfaßt werden.

Der vorliegenden Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, das gattungsgemäße Verfahren derart weiterzuentwickeln, daß bei weiterer Vereinfachung des Verfahrens auch sich stetig über längere Zeiträume ergebende Reifendruckänderungen mit einem sehr kleinen Änderungswert sicher erfaßt und zuverlässig zur Anzeige gebracht werden.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die im kennzeichnenden Teil des Hauptanspruches angegebenen Merkmale gelöst.

Besonders vorteilhaft bei einem derartigen Verfahren ist, daß bei kostengünstiger Realisierung die Gefahr der Anzeige von Fehlwarnungen besonders gering ist.

Weitere vorteilhafte Gestaltungen des erfindungsge-

mäßen Verfahrens sind in den Unteransprüchen angegeben und werden anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Ein solches Verfahren umfaßt im wesentlichen folgend aufgeführte Verfahrensschritte.

Ermittlung der dynamischen Abrollumfänge eines jeden einzelnen Rades und Ableitung eines entsprechenden Vergleichswertes.

Bildung eines Mittelwertes aus den abgeleiteten Vergleichswerten. Feststellung der Raddrehzahldifferenzen mit Hilfe der Vergleichswerte bezogen auf den Mittelwert und Überprüfung, ob die Raddrehzahldifferenz oberhalb oder unterhalb eines abgelegten Schwellwertes liegen.

Abgabe eines Warnsignales, wenn festgestellt wurde, daß bei ein und demselben Rad Drehzahldifferenzen vorliegen, die bei mehrfach wiederholten Messungen den abgelegten Schwellwert überschreiten, bzw. alternativ, wenn dies nicht der Fall ist, Wiederholen der vorstehend beschriebenen Verfahrensschritte, um die Reifendrucküberwachung fortzuführen.

Um Fehlwarnungen bei einem solchen Verfahren zu vermeiden, wird der Mittelwert nur aufgrund von Messungen gebildet, die während eines ganz bestimmten Fahrzustandes des Kraftfahrzeuges durchgeführt wurden. So wird durch die von einem Lenkwinkelsensor abgegebenen Signale festgestellt, ob sich das Kraftfahrzeug in Geradeausfahrt oder in einer Kurvenfahrt befindet, welche toleranzmäßig nur geringfügig von der Geradeausfahrt abweicht. Außerdem wird gleichzeitig aufgrund der dem Tacho laufend zugeführten Geschwindigkeitssignale festgestellt, ob sich das Kraftfahrzeug mit einer in engen Grenzen gleichbleibenden Geschwindigkeit fortbewegt, d. h. es liegen keine Brems- oder Beschleunigungsvorgänge während der Messung vor. Erst wenn diese, eine repräsentative Mittelwertbildung ermöglichenden Fahrzustandsvoraussetzungen vorliegen, wird aus den erfaßten dynamischen Abrollumfängen bzw. den abgeleiteten Vergleichswerten eines jeden der einzelnen Räder der Mittelwert gebildet.

Bei einem vier Räder aufweisenden Kraftfahrzeug wird also für jedes einzelne der vier Räder der dynamische Abrollumfang aufgrund der von den ABS-Sensoren ausgehenden Signale festgestellt und dieser für jedes Rad in einen entsprechenden Vergleichswert umgesetzt. Bei einem Vergleich wird zunächst festgestellt, ob zwischen den beiden Rädern der Vorderachse und den beiden Rädern der Hinterachse Raddrehzahldifferenzen auftreten, welche den halben Wert des abgelegten Schwellwertes überschreiten. Ist dies nicht der Fall, werden anschließend die vier Vergleichswerte addiert und durch die Anzahl der Räder, also vier, geteilt. Der so gebildete Mittelwert wird in einem Speicher abgelegt und mit dem weiterhin laufend für jedes Rad ermittelten dynamischen Abrollumfang, d. h. mit dem entsprechend umgesetzten Vergleichswert verglichen. Der Vergleich wird dabei derart durchgeführt, daß von jedem der vier Vergleichswerte der Mittelwert subtrahiert wird. Ergibt sich dabei, bezogen auf zumindest eines der Räder, ein Betrag, der einer Raddrehzahldifferenz entspricht, die oberhalb des abgelegten Schwellwertes liegt, werden mit erhöhter Meßfrequenz zehn neue Messungen durchgeführt. Stellt sich dann für zumindest sieben der zehn Messungen wiederum ein Betrag für ein und dasselbe Rad, bzw. für ein und dieselben Räder heraus, die den abgelegten Schwellwert überschreiten, so wird ein Warnsignal abgegeben und in einer Anzeigeeinheit das betreffende Rad bzw. die betreffenden Räder mit dem

falschen Reifendruck angezeigt.

Sollte sich jedoch bei dem Vergleich zunächst herausstellen, daß zwischen den beiden Rädern der Vorderachse und den beiden Rädern der Hinterachse Raddrehzahldifferenzen auftreten, die den halben Wert des abgelegten Schwellwertes überschreiten, so werden für jede Achse getrennt ein Mittelwert gebildet und diese beiden Mittelwerte getrennt in jeweils einem Speicher abgelegt. Die so gebildeten Mittelwerte werden achsweise mit den umgesetzten Vergleichswerten der beiden zugehörigen Räder verglichen. Der Vergleich wird dabei derart durchgeführt, daß achsweise die Mittelwerte von den zugehörigen Vergleichswerten subtrahiert werden. Ergibt sich dabei zwischen den beiden Rädern zumindest einer Achse, ein Betrag, der einer Raddrehzahldifferenz entspricht, die oberhalb des abgelegten Schwellwertes liegt, werden mit erhöhter Meßfrequenz zehn neue Messungen durchgeführt. Stellt sich dann für zumindest sieben der zehn Messungen wiederum ein Betrag für ein und dasselbe Rad einer bzw. beider Achsen heraus, die den abgegebenen Schwellwert überschreiten, so werden ein Warnsignal abgegeben und in einer Anzeigeeinheit das betreffende Rad bzw. die betreffenden Räder mit dem falschen Reifendruck angezeigt.

Um den während des Betriebes bzw. während der Fahrt des Kraftfahrzeuges auftretenden Änderungen, z. B. Temperaturschwankungen, Änderungen des Beladungszustandes usw. gerecht zu werden, wird eine neue Mittelwertbildung nicht nur kurz nach jedem neuen Fahrtantritt durchgeführt, sondern ca. alle 15 Minuten während des Betriebes des Kraftfahrzeuges wiederholt. Dabei wird jedoch immer darauf geachtet, ob die für eine repräsentative Mittelwertbildung notwendigen Fahrzustandsvoraussetzungen vorliegen. Ein neuer Fahrtantritt wird dem Neustart des Antriebsmotors des Kraftfahrzeuges gleichgesetzt, wobei der Betrieb bzw. die Fahrt des Kraftfahrzeuges den Zeitraum darstellt, der zwischen dem Neustart und dem Abschalten des Antriebsmotors liegt.

Besonders wichtig ist es bei einem solchen Verfahren, nicht nur die Reifendruckänderungen mit einem größeren Änderungswert sicher zu erfassen, sondern auch die sich stetig über einen längeren Zeitraum mit einem sehr kleinen Änderungswert behafteten Reifendruckänderungen zuverlässig zur Anzeige zu bringen. Um dies zu ermöglichen, werden getrennt für jedes Rad chronologisch geordnet mehrere den dynamischen Abrollumfang betreffende Vergleichswerte in einer Historienliste abgelegt. Um dabei einen längeren Zeitraum betrachten zu können, werden je Rad zehn Vergleichswerte in der Historienliste abgelegt. Jeder der zehn Vergleichswerte basiert auf einer Messung, die kurz nach einem neuen Fahrtantritt zur Bildung des Mittelwertes herangezogen wird. Also sind zunächst zehn solcher Messungen notwendig, um die Historienliste zu füllen. Zur Aktualisierung der Historienliste wird immer der älteste Vergleichswert durch den zuletzt ermittelten Vergleichswert ersetzt. Zur Feststellung eines falschen Reifendruckes werden getrennt für jedes Rad die aufgelisteten Vergleichswerte untereinander verglichen. Stellt sich dabei für z. B. eines der Räder heraus, daß von Vergleichswert zu Vergleichswert Raddrehzahldifferenzen mit dem selben Vorzeichen auftreten, die zwar unterhalb des abgelegten Schwellwertes bleiben, jedoch oberhalb der bei den anderen Rädern festgestellten Raddrehzahldifferenzen mit den gleichen Vorzeichen liegen, wird ein Warnsignal abgegeben. Somit ist es zu-

verlässig möglich, z. B. einen sogenannten "schleichen- den Plattfuß" sicher zu erfassen und zur Anzeige zu bringen. Um es dem Kraftfahrzeugbenutzer zu ermöglichen, das betreffende Rad so schnell wie möglich herauszufinden, wird dieses in einer Anzeigeeinheit kenntlich gemacht.

#### Patentsprüche

1. Verfahren zur Reifendruckwarnung, insbesondere bei Kraftfahrzeugen, bei welchem

– zur Überwachung des Reifendruckes unter Ausnutzung der Signale von ABS-Sensoren der dynamische Abrollumfang eines jeden einzelnen Rades erfaßt wird,

– zur Feststellung von Raddrehzahldifferenzen, der dynamische Abrollumfang eines jeden Rades mit einem Mittelwert verglichen wird, der aus den dynamischen Abrollumfängen mehrerer Räder gebildet ist,

– zur Vermeidung von Fehlwarnungen die Kurvenfahrten sowie die Brems- und Beschleunigungsvorgänge erfaßt werden und der Mittelwert nur aufgrund von Messungen gebildet wird, wenn das Kraftfahrzeug sich während einer Geradeausfahrt oder engtolerierten Kurvenfahrt bei gleichmäßiger oder innerhalb enger Grenzen variierender Geschwindigkeit befindet und

– ein Warnsignal nur dann abgegeben wird, wenn durch mehrfach wiederholte Messung festgestellt wurde, daß bei ein und demselben Rad Raddrehzahldifferenzen auftreten, die jedesmal einen abgelegten Schwellwert überschreiten, dadurch gekennzeichnet, daß

– zur Erfassung der Geradeausfahrt oder der engtolerierten Kurvenfahrt die Signale eines Lenkwinkelsensors und zur Erfassung von Brems- und Beschleunigungsvorgängen die dem Tacho zugeführten Geschwindigkeitssignale herangezogen werden,

– getrennt für jedes Rad chronologisch mehrere den dynamischen Abrollumfang betreffende Vergleichswerte in einer zumindest den Zeitraum mehrerer Stunden umfassenden Historienliste abgelegt und untereinander in Vergleich gebracht werden und

– das Warnsignal auch dann abgegeben wird, wenn bei diesem Vergleich festgestellt wird, daß bei zumindest einem der Räder mehrfach Raddrehzahldifferenzen auftreten, die zwar den abgelegten Schwellwert nicht überschreiten, jedoch über den festgestellten Raddrehzahldifferenzen der anderen Räder liegen.

2. Verfahren zur Reifendruckwarnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der dynamische Abrollumfang eines jeden einzelnen Rades des Kraftfahrzeuges zumindest kurz nach jedem neuen Fahrtantritt ermittelt wird.

3. Verfahren zur Reifendruckwarnung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Ermittlung des dynamischen Abrollumfanges eines jeden einzelnen Rades jeweils nach Verstreichen eines bestimmten Zeitabschnittes während der Fahrt wiederholt wird.

4. Verfahren zur Reifendruckwarnung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Ermittlung des dynamischen Abrollumfanges

ges eines jeden einzelnen Rades jeweils nach dem Erreichen einer bestimmten Umdrehungszahl der einzelnen Räder während der Fahrt wiederholt wird.

5. Verfahren zur Reifendruckwarnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß bei jeder neuen Ermittlung der die dynamischen Abrollumfänge der Räder betreffenden Vergleichswerte auch ein neuer Mittelwert gebildet wird.

6. Verfahren zur Reifendruckwarnung nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß für jedes Rad nur der kurz nach jedem neuen Fahrtantritt ermittelte, den dynamischen Abrollumfang betreffende Vergleichswert in der Historienliste abgelegt wird.

7. Verfahren zur Reifendruckwarnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß für jedes Rad aufgrund mehrerer aufeinanderfolgender Messungen des dynamischen Abrollumfanges zumindest fünf auf den jeweiligen dynamischen Abrollumfang bezogene Vergleichswerte in der Historienliste abgelegt sind, wobei zur Aktualisierung immer der zuletzt ermittelte Vergleichswert den ältesten Vergleichswert ersetzt.

8. Verfahren zur Reifendruckwarnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß für jedes Rad getrennt auf den dynamischen Abrollumfang bezogene Vergleichswerte in der Historienliste abgelegt sind, die auf Messungen mehrerer aufeinanderfolgender Tage basieren.

9. Verfahren zur Reifendruckwarnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Erzeugung des Warnsignales aufgrund der Betrachtung der dynamischen Abrollumfänge aller Räder des Fahrzeuges erfolgt.

10. Verfahren zur Reifendruckwarnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Erzeugung des Warnsignales aufgrund einer achsweisen Betrachtung der dynamischen Abrollumfänge der Räder erfolgt, wobei alle Achsen des Fahrzeuges in Betracht gezogen werden.

11. Verfahren zur Reifendruckwarnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Lenkwinkelsensor in der Nähe des Lenkrades angeordnet ist und auf einem optoelektronischen Meßprinzip basiert.

12. Verfahren zur Reifendruckwarnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Lenkwinkelsensor in Lenkradnähe angeordnet ist und auf einem unterschiedliche elektrische Widerstandswerte erfassenden Meßprinzip basiert.

13. Verfahren zur Reifendruckwarnung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß das dem Tacho zugeführte Geschwindigkeitssignal von den ABS-Sensoren ausgeht.

14. Verfahren zur Reifendruckwarnung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß das dem Tacho zugeführte Geschwindigkeitssignal von einer zusätzlich im Kraftfahrzeug vorhandenen Sensoreinrichtung ausgeht.

15. Verfahren zur Reifendruckwarnung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß eine den Beladungszustand des Kraftfahrzeuges erfassende weitere Sensoreinrichtung vorhanden ist, wobei die Signale dieser weiteren Sensoreinrichtung als Korrekturfaktoren bei der Ermitt-

lung des den dynamischen Abrollumfang eines jeden Rades betreffenden Vergleichswert mit einbezogen wird.

BEST AVAILABLE COPY